

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

MODELO ANTROPOMETRICO PARA LA
PREDICCIÓN DE PESO CORPORAL EN
PACIENTES ADULTOS DEL HOSPITAL
GENERAL SAN JUAN DE DIOS

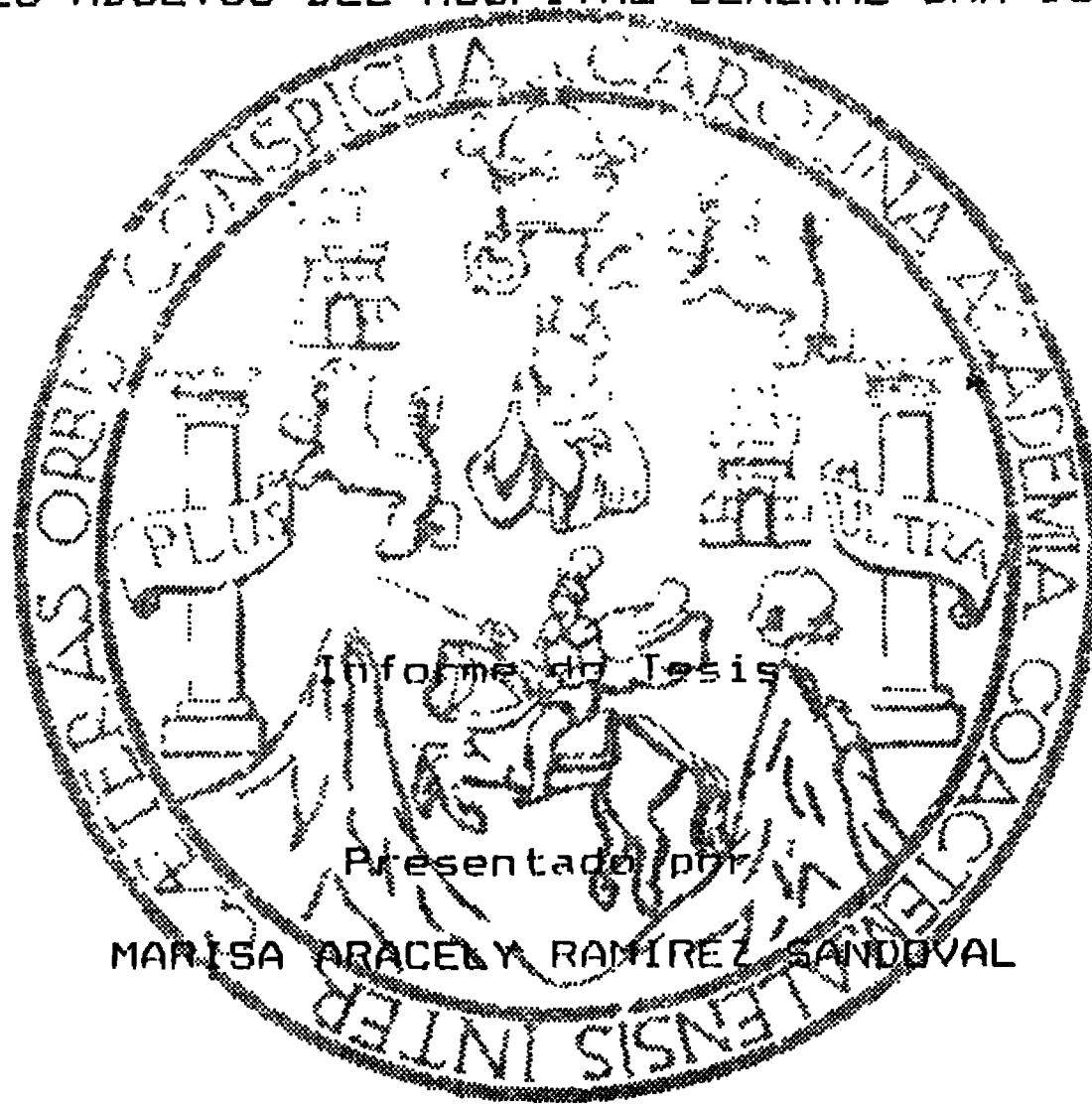


MARISA ARACELY RAMIREZ SANDOVAL

GUATEMALA NOVIEMBRE DE 1990

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

MODELO ANTROPOMETRICO PARA LA PREDICCION DE PESO CORPORAL
EN PACIENTES ADULTOS DEL HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS



Para optar al Titulo de

LICENCIADA EN NUTRICION

Guatemala, noviembre de 1990.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DECANO: Licda. CLEMENCIA GALVEZ DE AVILA

SECRETARIO: Lic. JOSE MONTERROSO SALINAS

VOCAL 1º: Lic. JORGE PEREZ FOLGAR

VOCAL 2º: Licda. THELMA DE GALLARDO

VOCAL 3º: Lic. JAIME GOMEZ RALON

VOCAL 4º: Br. MARIA ISABEL URREJOLA

VOCAL 5º: Br. CARLOS RAUL MONTES

DEDICO ESTA TESIS

A MI FAMILIA

A LA POBLACION GUATEMALTECA ENFERMA Y MALNUTRIDA, A QUIENES
NOS DEBEMOS LOS PROFESIONALES EN SALUD

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento más sincero a las siguientes personas por su inestimable colaboración y apoyo:

Doctor Rafael Flores, Jefe de la Coordinación de Investigación del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

Licenciada Lilliam Barrantes de González, Jefe de la Sección de Nutrición Básica y Dietoterapia y Directora de la Escuela de Nutrición, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

Doctor Erik Diaz, Científico de la División de Nutrición y Salud del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

Doctor Efrén Castellón, Cursante del Postgrado en Alimentación y Nutrición en Salud, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

INDICE

	Página
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	3
III. ANTECEDENTES	5
IV. JUSTIFICACION	27
V. OBJETIVOS	29
VI. HIPOTESIS	30
VII. MATERIALES Y METODOS	31
VIII. RESULTADOS	42
IX. DISCUSION	45
X. CONCLUSIONES	53
XI. RECOMENDACIONES	55
XII. BIBLIOGRAFIA	56
XIII. APENDICES	62

I. RESUMEN

El peso corporal constituye una de las medidas antropométricas más importantes para la evaluación del estado nutricional del individuo. El peso es además un dato indispensable para la planificación del tratamiento del paciente: cálculo de energía, nutrientes, líquidos y algunos medicamentos, así como para evaluar la respuesta del paciente a dicho tratamiento. Diversas circunstancias impiden, en muchas ocasiones, la obtención de esta importante medida en pacientes inmovilizados e individuos que tienen impedimentos físicos, y consecuentemente, su tratamiento se ve limitado.

En el presente trabajo, se recolectaron los datos antropométricos de peso, extensión de brazada y perímetros de: brazo, antebrazo, muslo distal, pantorrilla, abdomen y perímetro mínimo del cuello, en una muestra de pacientes adultos del Hospital General San Juan de Dios, con el propósito de encontrar un método predictivo del peso de los pacientes, de aplicabilidad en el medio guatemalteco.

Se obtuvieron ecuaciones predictivas del peso de los pacientes, aplicando a los datos antropométricos un análisis de regresión múltiple. Se seleccionaron los mejores modelos predictivos de peso, utilizando el método de selección de variables con todos los posibles subconjuntos, y el criterio Bayesiano de Schwarz. Los mejores modelos fueron validados, tanto en hombres como en mujeres, obteniéndose el error de

predicción.

El mejor modelo de los hombres incluye las variables: extensión de brazada, perímetros de: antebrazo, muslo distal, pantorrilla, abdomen y perímetro mínimo del cuello. El mejor modelo de las mujeres incluye las variables: extensión de brazada, perímetros de: brazo, muslo distal, pantorrilla, abdomen y edad.

Se obtuvieron además, modelos alternativos que incluyen únicamente las variables: extensión de brazada, perímetro mínimo del cuello y perímetros de brazo y antebrazo, como una opción para la evaluación de pacientes con sobrepeso patológico o amputación de miembros inferiores.

Los modelos obtenidos resultaron ser bastante exactos, simples y de utilización práctica en el medio guatemalteco.

II. INTRODUCCION

Diversos estudios han revelado la existencia de un gran problema nutricional, predominantemente por deficiencias en el consumo de alimentos, en la población guatemalteca en general. Tradicionalmente sólo se ha evaluado el estado nutricional de la población infantil por tratarse de uno de los grupos más vulnerables. Se desconoce, por lo tanto, la magnitud del problema en la población adulta; únicamente se cuenta con algunos reportes sobre epidemiología de pacientes adultos hospitalizados con diagnóstico de desnutrición proteínico-energética, la cual asciende hasta el 50% (1). Esto es sólo un reflejo de la severidad del problema a nivel general, considerando que gran parte de la población no tiene acceso a los servicios de salud.

La evaluación del estado nutricional debería ser, pues, parte del cuidado de la salud a todo nivel. Y en nuestro medio, considerando la escasez de recursos humanos como materiales, la antropometría constituye el método de elección para evaluar el estado nutricional de cualquier individuo, por las ventajas de sencillez, economía y facilidad para realizar las mediciones.

Las medidas antropométricas mínimas para la evaluación nutricional del paciente adulto son el peso y la talla, las cuales sirven a la vez, como base para todo tratamiento dietoterapéutico y para evaluar la respuesta del paciente a dicho tratamiento, así como la recuperación general de su salud. Hay circunstancias que impiden, en muchas ocasiones, obtener estas

medidas mínimas del paciente, haciéndose necesaria la adopción de métodos alternativos para estimar las mismas.

El propósito del presente trabajo es encontrar un método sencillo para predecir el peso en pacientes adultos, ya que no se reporta ninguno aplicable a individuos enfermos, que se adapte al medio hospitalario guatemalteco, y así, contribuir al mejoramiento de la evaluación, diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

III. ANTECEDENTES

A. Estado Nutricional

1. Definición

El estado nutricional es la medida del grado en que el individuo alcanza sus necesidades fisiológicas de nutrimentos. Es el estado de balance entre el consumo de nutrimentos y el gasto o necesidad de los mismos en el individuo (37).

McLaren, citado por Himes (31), define el estado nutricional como el resultado del balance entre el aporte de nutrimentos al organismo y el gasto de los mismos, estando implícita la noción de que el cuerpo puede utilizar el aporte nutricional provisto.

El estado nutricional del individuo tiene un efecto sobre su bienestar físico, mental y social, funcionamiento orgánico, resistencia a enfermedades y crecimiento, por lo que constituye uno de los componentes más importantes del estado de salud del individuo (32,37).

2. Factores condicionantes

El estado nutricional del individuo está condicionado por múltiples factores que afectan en última instancia el consumo de alimentos y la utilización biológica de los mismos. Tales factores pueden englobarse en (6,32,49,58):

a. Biológicos, que incluyen edad, sexo, estado de salud, estado fisiológico, herencia.

b. Sociales, que comprenden políticas de producción y distribución de alimentos, sistemas de salud, educación y otros.

c. Económicos, tales como los ingresos, capacidad de compra, tenencia de la tierra, vivienda y otros.

d. Culturales, por ejemplo costumbres, creencias, hábitos alimentarios y otros.

e. Ambientales, tales como condiciones sanitarias de la vivienda, sistemas de eliminación de excretas y basuras, abastecimiento de agua, condiciones climatológicas y otros.

Son, pues, las causas y efectos de la situación nutricional, variadas y complejas, y abarcan todos los sectores de la vida social y económica de un país (58). Consecuentemente, para el estudio de la situación nutricional de una población o individuo y la búsqueda de soluciones a la problemática alimentario-nutricional, debe adoptarse un enfoque integral que tome en cuenta todas las variables condicionantes, el grado de importancia de cada variable y el patrón de interrelaciones entre todas ellas (32,58).

B. Evaluación del Estado Nutricional

1. Generalidades

Básicamente la evaluación del estado nutricional tiene

los siguientes propósitos: a) mejorar el diagnóstico del individuo mediante la evaluación del problema nutricional específico, b) evaluar las medidas dietoterapéuticas a seguir y el grado de recuperación del individuo, y c) detectar tempranamente los casos de malnutrición y la población en riesgo, con el objeto de orientar las medidas preventivas (31,37,38,57).

La evaluación del estado nutricional puede efectuarse mediante tres tipos de estudios nutricionales: 1) directos, 2) indirectos y 3) ecológicos (33).

Los métodos directos comprenden investigaciones clínicas, bioquímicas, dietéticas y antropométricas (32).

Los métodos indirectos se basan en estadísticas vitales, es decir, tasas de morbilidad, mortalidad, natalidad y otras elaboradas por el sector público de salud (32).

Los métodos ecológicos incluyen investigaciones sobre producción y distribución de alimentos, patrones socioculturales relacionados con hábitos alimentarios, situación económica, y todos aquellos factores que afectan directamente el consumo de alimentos (32,33).

2. Métodos directos

a. Investigaciones clínicas. Estas se basan en un examen físico completo y una historia médica detallada. En el examen clínico debe prestarse especial atención a la piel, el pelo, los dientes, las encías, la lengua, los ojos y los

genitales en los hombres, ya que éstas son las áreas principalmente afectadas por las deficiencias nutricionales (32,37,52).

A través del historial médico también es posible detectar cambios funcionales o del comportamiento en los sistemas gastrointestinal, neuromuscular o cardiovascular, que pueden ser no tan aparentes para el clínico, pero que son notables para el individuo o su familia (37).

Cabe mencionar que el examen clínico por si solo tiene poco valor, ya que muchos signos de alteración pueden ser consecuentes de factores ambientales u otras enfermedades (33,52). Por consiguiente, el examen clínico debe complementarse con datos bioquímicos y dietéticos, los cuales muestran el presente y un pasado relativamente reciente, mientras que las lesiones clínicas son el resultado de un proceso prolongado de deficiencias nutricionales (32,33,52).

b. Investigaciones bioquímicas y de laboratorio. Las pruebas bioquímicas pueden reflejar cambios en el aporte de nutrientes al organismo, ya sea por deficiencia o por exceso, puesto que se altera la composición bioquímica del mismo (32). Usualmente, las alteraciones bioquímicas preceden a los signos clínicos de malnutrición, haciéndose entonces posible prevenir o disminuir los efectos nocivos que la misma pueda ocasionar, mediante la detección y corrección temprana de la anomalía (57).

Desde el punto de vista de su significado e

interpretación, las pruebas bioquímicas y de laboratorio pueden dividirse en dos categorías: una que indica sólo cambios en el nivel relativo de un nutriente, y otra que indica los cambios que la deficiencia o el exceso de un nutriente han producido en el organismo (32,33). La primera categoría comprende determinaciones séricas y urinarias de nutrientes o sus metabolitos, por ejemplo, urea y creatinina (catabolitos de las proteínas). La segunda categoría incluye la evaluación de compuestos y reacciones que revelan daños funcionales, por ejemplo, proteína sérica total, hemoglobina, actividades enzimáticas, respuesta inmunológica y otros (32,33,52).

Existe una amplia gama de pruebas bioquímicas que puede emplearse para evaluar el estado nutricional (37,52). Sin embargo, muchas pruebas son sofisticadas y costosas, debiéndose limitar a evaluaciones básicas de laboratorio, entre ellas, albúmina sérica, transferrina, nitrógeno de urea, creatinina urinaria (de utilidad para obtener el índice creatinina/talla), conteo total de linfocitos y hematocrito (33,52,62).

c. Investigaciones dietéticas. El estado nutricional del individuo se puede estimar mediante la determinación del consumo de alimentos, cuyo aporte nutritivo se calcula utilizando tablas de composición de alimentos, las cuales proporcionan el contenido de energía y nutrientes de cada uno (32,37). Luego se comparan las cantidades consumidas y las recomendadas, pudiéndose observar deficiencias o excesos que sugieran algún problema nutricional, el cual será comprobado complementando con estudios clínicos, bioquímicos y antropométricos (32,37).

Para recolectar la información sobre el consumo de alimentos, se cuenta con diferentes modalidades de los métodos de registro de alimentos, así como de los métodos de recordatorio (27,37,50).

d. **Investigaciones antropométricas.** La antropometría permite cuantificar las dimensiones, forma y proporciones físicas y la composición global del cuerpo humano, y su variación a las diferentes edades, con especial referencia a tejidos susceptibles a influencias nutricionales (33,35).

La antropometría constituye un instrumento útil en la evaluación nutricional del individuo, ya que permite determinar la intensidad de la malnutrición, mientras que otros hallazgos clínicos y bioquímicos usualmente no muestran cambios hasta que el problema está bastante avanzado (52,59). Además, presenta ventajas como su bajo costo, rapidez y facilidad para tomar las mediciones (35,52,59).

Las medidas antropométricas y sus métodos varían considerablemente en número y complejidad, y su selección depende de los objetivos del estudio: de su simplicidad, precisión y sensibilidad; de la disponibilidad de instrumentos de medición; y de la existencia de estándares de referencia para comparación (33,44,58).

La mejor evaluación antropométrica del estado nutricional referente a desnutrición proteinico-energética en niños se basa en las medidas de peso y talla, y los registros de edad para calcular tres índices: 1) peso para talla, como

índicador del estado nutricional actual; 2) talla para edad, como indicador de la historia nutricional pasada; y 3) peso para edad, probablemente el indicador de uso más difundido, pero que no permite diferenciar entre un niño realmente con bajo peso (desnutrición actual) y otro de estatura corta pero bien proporcionado en peso (desnutrición pasada) (47,59).

Para adolescentes y adultos se usa generalmente el indicador peso para talla para establecer el estado nutricional (52,59). Este indicador se obtiene al relacionar el peso real del individuo y el peso ideal para su talla, y se expresa en porcentaje de adecuación (52):

$$\frac{\text{Peso real}}{\text{Peso ideal para la talla}} \times 100$$

También para adolescentes y adultos se han utilizado varias relaciones entre el peso y alguna potencia de la talla, entre ellas: peso/talla³, peso/talla⁹ o índice de Benn, y el más difundido, peso/talla² o índice de Quetelet, cuyo uso ha sido objeto de discrepancia entre autores (19,21,23,39,59).

C. Composición Corporal y Antropometría

1. Generalidades

El cuerpo humano se encuentra en un continuo estado de cambio y de renovación que mantiene un equilibrio dinámico; este equilibrio resulta de una multiplicidad de factores que, actuando

sobre el individuo, definen su composición corporal al poner en juego todos sus mecanismos de regulación (3). El cuerpo es el producto resultante de la interacción de diversos factores, dentro de los cuales la nutrición desempeña un papel primordial; la nutrición comienza con los alimentos, los cuales mediante procesos y reacciones altamente complejos, llegan a formar parte del cuerpo viviente y sus funciones (36).

El cuerpo humano es una masa heterogénea de compuestos, la cual bioquímicamente puede ser dividida así: Peso = Agua + Proteína + Minerales + Grasa (4). Del aporte adecuado al organismo de estos y otros nutrimentos, dependerá el éxito en los procesos de crecimiento y maduración (que abarcan alrededor de dos séptimos de la duración de la vida del individuo), así como de todas las funciones orgánicas (42).

Los procesos de crecimiento y maduración se caracterizan por cambios dramáticos en la composición corporal total (22,42). Dichos procesos están, pues, intimamente relacionados con el estado nutricional del individuo, y los factores que los afectan son del mismo carácter (33,42).

Existe una variedad de métodos para estimar la composición corporal del hombre *in vivo*, que han evolucionado desde la aplicación del principio de Arquímedes (densitometría), antropometría, dilución de gases y otros, hasta métodos modernos de conductividad eléctrica, interactancia infrarroja y activación de neutrones, siendo lo más reciente de este tipo la tomografía computarizada scan (18,41). Las características, ventajas y

desventajas de todos los métodos están reportados en la literatura (5,8,20,24,26,29,40,41,51,56,63).

2. Medidas antropométricas

La antropometría, a pesar de sus limitaciones de precisión, ha facilitado la estimación de la composición del cuerpo humano fuera del laboratorio y donde se carece de otros métodos más exactos, pero a la vez más costosos para el efecto (41). Algunos autores reportan que el uso de ciertas medidas antropométricas, combinado con otros métodos como bioimpedancia eléctrica o densitometría, mejora la predicción de la composición corporal (26,56).

Las principales medidas antropométricas para estimar la composición corporal en los adultos son: peso, talla, perímetros adiposos y perímetros del tronco y las extremidades (2,4,7,8,11, 14,20,25,28,33,34,35,52,63).

a. **Peso.** El peso es la determinación antropométrica más utilizada; es una medida de masa corporal total del individuo, considerada como clave importante para evaluar el crecimiento y detectar desnutrición u obesidad (25,32,59). La deficiencia ponderal en todos los grupos de edad y el retraso del crecimiento en los niños son los mejores índices de prevalencia de desnutrición proteínico-energética (33,35,59).

Para evaluar el significado del peso debe tenerse en cuenta la talla, la constitución física, las proporciones de

músculo, grasa y hueso, y observarse la presencia de sobrepeso patológico (33).

Un paciente adulto que ha perdido más del 10% de su peso en los últimos seis meses o que pesa menos del 90% de su peso ideal, necesita especial atención; la tasa acelerada de pérdida de peso puede afectar el funcionamiento orgánico del individuo, más que la cantidad total de peso perdido (52).

El peso constituye además la base para el cálculo de las necesidades dietéticas diarias del individuo, tanto en estados fisiológicos normales, como en estados especiales y patológicos (37).

Las necesidades de energía están expresadas por kilogramo de peso, y definidas por el metabolismo basal, la actividad física, la edad y el sexo, puesto que el gasto energético está en función de la masa corporal total (42,61).

Las necesidades de proteína también están expresadas por kilogramo de peso, según la edad y el sexo, y al igual que las necesidades de energía, son mucho mayores en la infancia y decrecen gradualmente con la edad durante la niñez y la adolescencia, hasta llegar a la edad adulta; ello es debido al rápido crecimiento en esas etapas tempranas de la vida (42).

Otro aspecto importante es el balance de fluidos en la homeostasis; generalmente las necesidades de líquidos se estiman en 1 ml/Kcal ingerida ó 30 ml/Kg de peso corporal (9).

En estados fisiológicos especiales, embarazo y

lactancia, y en estados patológicos, las necesidades nutricionales varian, pudiendo aumentar o disminuir, según cada caso en particular (37,61).

El peso es también de importancia en la medicina y la farmacología, ya que la administración de ciertos tratamientos y la dosificación de diversos medicamentos se basan en la masa corporal que tienen los sujetos.

b. Talla. La talla o estatura es un indicador mayor del tamaño corporal general y de longitud ósea; es la suma de cuatro componentes: las piernas, la pelvis, la columna vertebral y el cráneo (25,33). Es una medida importante para la interpretación del peso y para detectar enfermedad o desnutrición: el aumento de la estatura en relación con el tiempo es el mejor monitor del estado nutricional y de salud en niños, y su déficit refleja desnutrición pasada (16,25,47,59).

La herencia influye en la talla del individuo y las diferencias raciales en la estatura son bien conocidas (18). Se ha observado, sin embargo, que actualmente en países desarrollados, los niños son más altos y pesados que aquellos de generaciones previas, siendo muy probablemente la mejor alimentación un factor decisivo (18).

La talla también sufre modificaciones naturales conforme avanza la edad del individuo: una vez alcanzada la edad mediana, ocurre una declinación progresiva en la estatura, en una tasa que puede aumentar gradualmente de 0.9 a 1.4 centímetros por década en la tercera edad (18), y hasta 0.5 centímetros por año,

según un reporte reciente (12).

Cuando no puede medirse directamente la estatura, puede sustituirse por la longitud en posición acostada, o dependiendo de los propósitos del estudio, puede estimarse con la extensión de la brazada, que presenta alta correlación con la talla en los adultos en una proporción 1:1 (25,43). En el caso de individuos ancianos, la estatura se puede estimar, utilizando la altura de la rodilla, la edad y el sexo, aplicando las ecuaciones de regresión recomendadas por Chumlea et al. (10,11,14).

c. Panículos adiposos. Los panículos adiposos, denominados también pliegues cutáneos, son en realidad el grosor de pliegues dobles de piel y tejido adiposo subcutáneo en lugares específicos del cuerpo (33,35). La utilidad de los panículos adiposos es doble: primeramente, constituyen un método relativamente simple y no invasivo para estimar la adiposidad en general; se han desarrollado numerosas ecuaciones para la predicción de la composición corporal a partir de medidas antropométricas, en las cuales se hace uso de panículos adiposos como componentes esenciales (21,41). El segundo uso principal de los panículos adiposos es en la caracterización de la distribución de tejido adiposo subcutáneo: hay evidencia de que no todos los depósitos de tejido adiposo subcutáneo son semejantes, en términos de labilidad o de contribución a los riesgos de salud asociados con la obesidad (11,21,37,41,60).

Puesto que los panículos adiposos son medidas de tejido blando, la estandarización de los sitios de medición es

difícil; además, la compresibilidad de la piel y el tejido adiposo varía con el estado de hidratación, la edad, el tamaño y el individuo: sujetos muy emaciados o muy obesos constituyen problemas especiales para la medición (mientras más grueso es el panículo, más difícil es obtener una medida reproducible), así como estados extremos de hidratación (edema) (30,41,52).

Los panículos adiposos frecuentemente utilizados son el tricipital, el pectoral, el subescapular, el suprailiaco y el abdominal (35,37,52). Para medir los panículos adiposos existen diferentes tipos de calibradores, inclusive algunos hechos con material plástico; sin embargo, sólo aquellos dotados de un dispositivo que permite ejercer una presión estándar al momento de oprimir el tejido blando, son de utilidad para obtener datos confiables (30,35).

En el medio hospitalario guatemalteco no se cuenta con los instrumentos adecuados anteriormente descritos, para la medición de panículos adiposos.

d. Perímetros. Los perímetros son mediciones importantes que expresan el tamaño de dimensiones transversales y circunferenciales del cuerpo (7). Utilizados solos, en combinación con medidas de panículos o con otros perímetros, constituyen índices de crecimiento, estado nutricional y de patrones de distribución de grasa (7,8,20,55,63).

En niños mayores y adultos se utilizan mediciones de panículos adiposos y perímetros de las extremidades, por su fácil accesibilidad, para establecer las reservas de grasa y

masa muscular (35,52).

i. Perímetrocefálico. El perímetrocefálico es un componente estándar de la antropometría infantil, ya que está estrechamente relacionado con el tamaño del cerebro. Después de 36 meses, el crecimiento del perímetrocefálico es lento, pese a que el peso cerebral aumenta alrededor de 30% después de esta edad. El perímetrocefálico debería también ser medido en los padres de niños cuyo perímetrocefálico es anormal, puesto que existe una asociación cercana entre el perímetrocefálico de los padres y el de sus descendientes (7,33).

ii. Perímetro mínimo del cuello. El perímetro mínimo del cuello se utiliza para estudios sobre crecimiento, obesidad, actividad motora, ejecución atlética y envejecimiento. La medida tiene aplicaciones útiles en medicina e ingeniería humana (7).

iii. Perímetro de hombros. El perímetro de los hombros refleja el desarrollo muscular de las regiones de los hombros y tórax superior. Puesto que la musculatura deltoide es proporcional a la masa magra, el perímetro de hombros puede indicar cambios debidos a entrenamiento severo. Esta medida tiene importancia en la investigación de la ingeniería humana y la educación física (7).

iv. Perímetropectoral. En infantes y niños, el perímetropectoral tiene utilidad como una variable dentro del estudio de la desnutrición y la malnutrición. En niños y adultos, esta medida puede utilizarse como un índice de

v. Perímetro de cintura. El perímetro de la cintura constituye un índice de adiposidad. Cuando se relaciona con el perímetro del muslo o de las nalgas, el perímetro de la cintura sirve como indicador del grado de distribución del tejido adiposo; mientras más alta es la relación de la cintura al muslo o a las nalgas, mayor es el riesgo de enfermedades como diabetes mellitus insulino-dependiente, trastornos cardiovasculares y otras. El perímetro de la cintura está altamente correlacionado con la relación peso/talla², indicador del estado nutricional (7,60).

vi. Perímetro de abdomen. El perímetro abdominal, al igual que el de la cintura, es un índice antropométrico de tejido subcutáneo y adiposidad profunda. Difiere del perímetro de la cintura en que éste es el perímetro más angosto del torso, mientras que el perímetro abdominal es el máximo; por ello, esta medida puede ser un mejor indicador de adiposidad. Probablemente estas dos medidas estén altamente correlacionadas, aunque ello aún es desconocido porque en la mayoría de estudios sólo se registra una u otra (7).

vii. Perímetro de nalgas. El perímetro de las nalgas es una medida del tamaño pélvico externo que refleja la cantidad de tejido adiposo en esta región. A esta medida es más apropiado llamarle perímetro de nalgas en lugar de perímetro de cadera, puesto que se mide la máxima extensión de las mismas que se observa al lado del sujeto. El tejido adiposo en esta región

es principalmente subcutáneo y se relaciona con los segmentos inferiores del cuerpo; constituye, por lo tanto, un indicador de obesidad corporal inferior. También el perímetro de las nalgas tiene importantes aplicaciones en ingeniería humana (7).

vii. Perímetro de brazo. El perímetro del brazo proporciona un índice de las reservas corporales de energía y masa muscular (35,52,55). Pese a que puede utilizarse como una medida independiente, suele combinarse con el perímetro adiposo correspondiente para calcular las áreas muscular y grasa de dicho perímetro (7,20). Cuando el perímetro braquial presenta valores bajos, es interpretado como evidencia de desnutrición proteinico-energética (7,55).

ix. Perímetro de antebrazo. El perímetro del antebrazo se usa con otras medidas corporales en ecuaciones predictivas de densidad corporal, a partir de medidas antropométricas (7,34). Al igual que en el caso del brazo, si se mide el perímetro adiposo a ese nivel, se pueden estimar las áreas grasa y muscular correspondientes al perímetro del antebrazo (7).

x. Perímetro de muñeca. El perímetro de la muñeca es un índice de utilidad para obtener la constitución física del individuo, puesto que esta región está relativamente libre de tejido adiposo y músculo (7,46). Además, es útil como indicador del crecimiento (7).

xi. Perímetro de muslo. Los perímetros proximal, medio y distal del muslo son de utilidad para la estimación de densidad corporal y como indicadores de adiposidad o masa magra

(5,7). Especialmente el perímetro distal del muslo, es un importante indicador de atrofia muscular, debida a enfermedad o alguna lesión (7).

xii. Perímetro de pantorrilla. El perímetro de la pantorrilla es una medida común que puede utilizarse sola o en combinación con el paniculo lateral o medio correspondiente, para proveer estimaciones de áreas musculares transversales y áreas grasas de la pantorrilla (7). También este perímetro es un importante predictor de composición corporal en adultos, y de peso corporal en ancianos (5,7).

xiii. Perímetro de tobillo. El perímetro del tobillo se utiliza como una medida para establecer la constitución corporal del individuo, al igual que el perímetro de la muñeca (7).

3. Métodos de estimación de peso corporal total

Dentro de los estudios de composición corporal humana, ha habido muchos intentos para establecer relaciones funcionales entre el peso corporal y una serie de medidas antropométricas y componentes corporales concomitantes (2,3,4,28).

A menudo, el peso corporal ha sido expresado como una combinación lineal de las variables antropométricas; otros autores, utilizando un análisis dimensional, han expresado el peso corporal total como proporcional al producto de dos variables, cada una elevada a un exponente apropiado (2,4,28,34). Recientemente, otros autores han utilizado

análisis de regresión múltiple para predecir el peso corporal, así como porcentajes de las masas magra y grasa, a partir de variables antropométricas (8,13,14,63).

A continuación se describen los métodos para estimar el peso corporal total, a partir de medidas antropométricas, reportados en la literatura.

a. Kupriyanoff. Desde 1883, el ruso Kupriyanoff recolectó una serie de mediciones antropométricas realizadas a soldados, y basándose en relaciones geométricas, calculó un "radio corporal" para predecir el peso, asumiendo que éste es proporcional al volumen del cuerpo (2).

b. Behnke et al. En 1959, Behnke y sus colaboradores, basándose en algunos de los principios de Kupriyanoff y otros autores, introdujeron el concepto de "somatograma" para describir cuantitativamente la configuración corporal, expresada en unidades del porcentaje de desviación de un estándar de referencia, en ese caso, treintiún soldados (2,34).

Partiendo de la estatura, el ancho biacromial y diez perímetros (pecho, brazo, antebrazo, nalga, muslo, pantorrilla, muñeca, rodilla, tobillo y cintura), obtuvo Behnke una constante para cada una de estas últimas medidas y un "radio corporal", y, aplicando el cilindro como un análogo geométrico del cuerpo, dedujo que (2):

$$W = P^2 h k, \text{ donde:}$$

W = peso en kg

P = perímetro o suma de perímetros en cm

h = estatura en dm

k = constante de referencia del perímetro o
suma de las constantes.

c. Hechler. En 1959, Hechler, basándose en el estudio de Behnke et al., derivó una relación dimensional simple, indicando la importancia relativa de las variables antropométricas que el último utilizó. Señala Hechler que algunas de las variables no contribuyen significativamente a la predicción del peso corporal, por lo cual la ecuación puede quedar reducida a (28):

$$W = 4.66 \times 10^{-5} c b s, \text{ donde:}$$

W = peso en kg

c = perímetro pectoral en cm

b = perímetro de nalgas en cm

s = estatura en cm.

d. Somatograma ponderal. En 1987, Katch, Behnke y Katch (34) extendieron el trabajo original de Behnke, refinando el método somatográfico, y denominándole "somatograma de equivalentes ponderales". En esta oportunidad, se hizo una distinción entre los componentes musculares (perímetros de: hombros, pecho, brazo, antebrazo, muslo y pantorrilla) y los no musculares (perímetros de: abdomen, nalgas, muñeca, rodilla y

tobillo), y las proporciones corporales de referencia fueron derivadas principalmente de grandes encuestas antropométricas de adultos y jóvenes, civiles y militares (34).

El somatograma ponderal se basa en la conversión de una matriz al cuadrado de doce perímetros y un módulo de tamaño corporal (expresado por: $\sqrt{\text{peso (kg)}/\text{talla (dm)}}$), en una representación gráfica de las desviaciones porcentuales del estándar de referencia. Para elaborar el somatograma se divide cada uno de los doce perímetros entre su constante de proporcionalidad, y el cociente obtenido, se eleva al cuadrado y multiplica por la estatura para obtener el equivalente ponderal, expresado en kg. Luego se promedian todos los equivalentes musculares y los no musculares, obteniéndose finalmente el peso total (2,34). La forma abreviada de este método fue validada recientemente en Chile por Peña y colaboradores en una muestra de 250 sujetos adultos sanos. El peso se calcula, utilizando la suma de todos los perímetros y la suma de todas las constantes de referencia (48):

$$\text{Peso(Kg)} = \frac{[\sum \text{de 12 perímetros (cm)}]^2}{339} \times \text{talla (dm)}$$

Los autores sugieren el uso de este método en las unidades de cuidado intensivo, donde la mayoría de pacientes no se pueden movilizar, y consecuentemente no puede obtenerse su peso (48).

e. Índice de Viteri. En algunas instituciones hospitalarias de nuestro medio se ha difundido y utilizado el

denominado "índice de Viteri" para estimar el peso en pacientes adultos (54). Este método, que no está apoyado por referencias escritas, se habría obtenido de estudios sobre composición corporal realizados con soldados guatemaltecos, alrededor de los años 1960-1970*. El método consiste en medir la circunferencia del brazo y la circunferencia de la pantorrilla, para obtener con la sumatoria de ambas, el peso del sujeto (54):

$$P = CB + CP, \text{ donde:}$$

P = peso en kg

CB = circunferencia del brazo en cm

CP = circunferencia de pantorrilla en cm.

f. Chumlea et al. Recientemente, Chumlea y sus colaboradores propusieron ecuaciones específicas para cada sexo, para estimar el peso en personas ancianas que se encuentran postradas o cuyo peso no es posible obtener. Tales ecuaciones fueron desarrolladas mediante un análisis de regresión múltiple de diversas variables antropométricas (11,13,14). Hay dos tipos de modelos:

i. El primer modelo requiere de las medidas de perímetro de brazo (cm), perímetro de pantorrilla (cm) y paniculo adiposo subescapular (mm) (14):

Sexo masculino:

$$P = 1.92(\text{perim. brazo}) + 1.44(\text{perim. pantorrilla}) + 0.25(\text{panic. subescapular}) - 39.97$$

* SALGUERO, Alvaro Hugo. Entrevista personal. Jefe del Departamento de Nutrición y Dietética, Hospital General del IGGSS (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social). Guatemala : 12-5-89.

Sexo femenino:

$$P=0.92(\text{perim. brazo}) + 1.5(\text{perim. pantorrilla}) + 0.42(\text{panic. subescapular}) - 26.19$$

y P=peso en kg.

ii. El segundo modelo requiere de las medidas de perímetro de brazo (cm), perímetro de pantorrilla (cm), paniculo adiposo subescapular (mm) y altura de la rodilla (cm) como estimador de talla para predecir el peso (11):

Sexo masculino:

$$P=1.75(\text{perim. brazo}) + 0.98(\text{perim. pantorrilla}) + 0.37(\text{panic. subescapular}) + 1.16(\text{altura rodilla}) - 81.69$$

Sexo femenino:

$$P=0.98(\text{perim. brazo}) + 1.27(\text{perim. pantorrilla}) + 0.40(\text{panic. subescapular}) + 0.87(\text{altura rodilla}) - 62.35$$

y P=peso en kg.

IV. JUSTIFICACION

Para el establecimiento completo del estado nutricional del adulto, deberia contarse idealmente con una evaluación clínica, bioquímica, dietética y antropométrica. Esta información, además de contribuir al establecimiento del estado general de salud del individuo, proporciona al profesional de salud importantes datos para anticipar problemas nutricionales y prevenirlas, si aún es posible, o planificar el tratamiento a seguir y su evaluación.

En situaciones de limitación de tiempo, de personal profesional o de recursos, tal como es el caso en nuestro medio, la evaluación nutricional mínima, especialmente de pacientes hospitalizados, incluye la medición del peso y la talla, de pérdida involuntaria de peso, cambios en el apetito y la prueba de albúmina sérica (37,52).

Constituyen pues, las medidas antropométricas de peso y talla, instrumentos valiosos en la evaluación nutricional de cualquier individuo, y en especial en los pacientes, tales medidas son indispensables para la planificación del tratamiento: cálculo de energía, nutrimentos, líquidos y algunos medicamentos por administrar, así como para evaluar el grado de recuperación de los mismos.

En muchas ocasiones, no es posible obtener directamente el peso del paciente, debido a algún impedimento físico, enfermedad

o a la falta de equipo especial. Ante tal problema, surge la necesidad de contar con un método alternativo sencillo, aplicable en el medio hospitalario guatemalteco, para poder predecir el peso corporal en los pacientes con exactitud y precisión.

V. OBJETIVOS

A. General

1. Obtener un modelo antropométrico adecuado al medio hospitalario guatemalteco para predecir el peso corporal en pacientes adultos.

B. Específicos

1. Recolectar datos antropométricos de edad, peso, extensión de brazada y perímetros de brazo, antebrazo, muslo distal, pantorrilla, abdomen y cuello, en una muestra de pacientes adultos del Hospital General San Juan de Dios.

2. Obtener modelos lineales predictivos del peso corporal de los pacientes, según sexo, utilizando las variables: edad, peso, extensión de brazada y los distintos perímetros corporales.

3. Validar las ecuaciones predictivas obtenidas y establecer cuál es la mejor ecuación, según sexo, para predecir el peso corporal en los pacientes.

El uso de las medidas antropométricas de extensión de brazada, perímetros de: brazo, antebrazo, muslo distal, pantorrilla, abdomen y perímetro mínimo del cuello, constituye una alternativa para predecir el peso corporal en pacientes adultos.

VII. MATERIALES Y METODOS

A. Materiales

1. Universo de trabajo

El universo de trabajo estuvo conformado por el total de ingresos de pacientes adultos, a los servicios de Medicina, Cirugia, Otorrinolaringologia, Oftalmologia y Ginecologia del Hospital General San Juan de Dios, en el periodo comprendido del 5 de febrero al 6 de agosto de 1990.

2. Instrumentos

a. Formulario "Estandarización de Medidas Antropométricas (Apéndice 1).

b. Formulario "Registro de Datos Antropométricos" (Apéndice 2).

c. Paquete estadístico SAS, Statistical Analysis System (53).

3. Equipo

a. Balanza de brazo marca Health-o-meter, con capacidad de 160 kg y una sensibilidad de 0.25 kg.

b. Trajes de peso conocido, consistentes en camiseta y pantaloneta.

c. Cinta métrica flexible e inelástica, con escala en centímetros.

d. Escuadra-transportador.

e. Crayón graso.

f. Computadora personal con impresor.

B. Métodos

1. Selección de la muestra

Del universo de trabajo se seleccionó una muestra de tamaño $n=500$ pacientes, 250 de sexo femenino y 250 de sexo masculino. Inicialmente, para cada sexo, se recolectaron los datos de 200 pacientes para elaborar ecuaciones predictivas de peso corporal; posteriormente, tales ecuaciones fueron validadas en otros 50 pacientes.

Para propósitos de estimación del tamaño de la muestra, en este caso, se tomó en consideración que en estudios similares, donde se han obtenido ecuaciones predictivas de composición corporal, se ha observado que, utilizando muestras de tamaño menor o igual a 75, el error de predicción es demasiado grande, y consecuentemente las ecuaciones son de poca o ninguna utilidad (17).

Los pacientes que conformaron la muestra, fueron incluidos con base en los siguientes criterios:

- a. Criterios de inclusión.
 - i. Sexo: femenino y masculino.
 - ii. Edad: mínima 18 años; máxima 60 años.
 - iii. Condición física: estar en capacidad de ponerse de pie para la medición del peso.

- b. Criterios de exclusión.
 - i. Edema: parcial o generalizado, consecuente de cualquier estado patológico, tratamiento o condición física.
 - ii. Tumores masivos.
 - iii Bocio e hipertiroidismo.
 - iv. Malformaciones físicas y amputaciones.
 - v. Embarazo.

Todos los pacientes aceptaron participar en el estudio luego de haberles explicado los objetivos del mismo.

2. Selección de medidas antropométricas

Las medidas que fueron recolectadas y utilizadas para la construcción del modelo predictivo de peso, fueron seleccionadas con base en los antecedentes y de acuerdo con los objetivos del estudio, tomando en consideración los siguientes aspectos:

- a. Racionalización de recursos. La medición de perímetros corporales sólamente requiere de una cinta métrica como equipo, la cual es de fácil adquisición para cualquier hospital en nuestro medio, no así de instrumentos sofisticados, indispensables para la medición de pañículos adiposos, diámetros,

segmentos y longitud.

b. **Objetividad de las medidas antropométricas.** Los perímetros seleccionados son indicadores objetivos de las reservas corporales de músculo y grasa, y su utilidad en la predicción de composición corporal, densidad y patrones de distribución de las masas magra y grasa, es ampliamente reconocida.

c. **Accesibilidad de las medidas.** Se seleccionó la medición de la extensión de la brazada como estimación de la talla del individuo (43), puesto que en los pacientes que no pueden movilizarse, tanto la medición de la longitud como de la altura de la rodilla, representan problemas de metodología y de equipo porque se requiere de instrumentos especiales (10).

Los perímetros seleccionados son en su mayoría, de fácil accesibilidad en los individuos que no pueden ponerse de pie, lo cual es conveniente en términos de metodología, así como de confort para el paciente.

3. Estandarización de medidas antropométricas

Todas las medidas antropométricas fueron estandarizadas en precisión, previo a la recolección de datos, aplicando una prueba de t pareada a los datos recolectados en el Apéndice 1, utilizando un alfa de 0.05.

4. Recolección de datos

Se revisó la historia clínica del paciente, en donde se

observó si cumplía con los requisitos para conformar la muestra. Una vez admitido, se procedió a anotar el número de registro, el sexo y la edad (años cumplidos) en el formulario "Registro de Datos Antropométricos", en las columnas respectivas.

Posteriormente, se procedió a la toma de medidas antropométricas; cada medición se efectuó tres veces en total, tomándose el promedio como dato final (35).

a. Peso. Los pacientes fueron pesados vistiendo el traje diseñado para el estudio, cuyo peso se restó del total para obtener el peso neto (33). El paciente se colocó recto sobre el centro de la plataforma de la balanza, dando la espalda a las pesas. La medición se efectuó, moviendo las pesas sobre la escala hasta que el fiel quedó nivelado, y la lectura se hizo frente a la escala, registrándose el peso con una aproximación de 0.1 Kg (25,35).

b. Extensión de brazada. Esta fue medida con el paciente acostado boca arriba sin almohada, con los brazos estirados lateralmente en su máxima extensión al nivel de los hombros y apoyados sobre la cama, con las palmas de las manos hacia arriba, procurando que el plano de la extensión total permaneciera horizontal al piso (Ver Figura No. 1 del Apéndice 3). La medición se efectuó, colocando la cinta métrica desde el extremo del dedo más largo (excluyendo la uña) de la mano derecha, hasta el de la mano izquierda, pasando sobre los omóplatos y la horquilla esternal; la lectura se hizo con una aproximación de 0.1 cm (43). En los casos en que hubo limitación

en uno de los brazos, la medición se efectuó desde el extremo del dedo más largo del brazo hábil, hasta el punto medio de la horquilla esternal, multiplicándose el resultado por dos.

c. Perímetros. La medición de todos los perímetros se realizó, estando el paciente tendido sobre la espalda (ver Figura No. 2 del Apéndice 3). Los perímetros de las extremidades fueron medidos del lado izquierdo del paciente. Todos los datos se registraron con una aproximación de 0.1 cm (7).

i. Brazo. El perímetro braquial se midió, flexionando el brazo del paciente a 90° en el codo y colocando su antebrazo, con la palma de la mano hacia abajo, sobre la mitad del cuerpo, estando el brazo paralelo al tronco. Se localizó con la cinta métrica, la distancia media entre el acromion del omóplato y el olécranon del cúbito, marcando con el crayón graso un punto sobre la piel. Luego, con el brazo extendido al lado del cuerpo, y la palma de la mano hacia arriba, se colocó la cinta métrica alrededor del brazo, ajustándola pero sin comprimir el tejido blando, efectuándose finalmente la lectura (7).

ii. Antebrazo. La medición de este perímetro se realizó, extendiendo el brazo del paciente al lado del cuerpo, con la palma de la mano hacia arriba. Se procedió a colocar la cinta métrica en forma floja alrededor de la parte proximal del antebrazo, perpendicular a su axis largo, y moviendo la cinta proximal y distalmente, se localizó el nivel del máximo perímetro, lugar en donde se ajustó la cinta sobre la piel, sin

comprimir el tejido blando, efectuándose la lectura (7).

iii. Muslo distal. La medición del perímetro del muslo distal se realizó, con la pierna del paciente extendida sobre la cama, colocando la cinta métrica alrededor del muslo, próxima al epicóndiles femoral, en donde se ajustó sobre la piel, sin comprimir el tejido blando (7).

iv. Pantorrilla. La medición de este perímetro se realizó, flexionando la pierna del paciente a 90° en la rodilla, con la planta del pie apoyada sobre la cama. Se procedió a colocar la cinta métrica alrededor de la pantorrilla, moviendo la cinta proximal y distalmente, hasta localizar el nivel del máximo perímetro en un plano perpendicular al axis largo de la pantorrilla, sitio en donde se ajustó la cinta sobre la piel, sin comprimir el tejido blando (7).

v. Abdomen. La medición de este perímetro se realizó, con el abdomen del paciente descubierto, pasando el extremo de la cinta métrica debajo de su cuerpo y halándola al nivel del máximo perímetro abdominal, en donde se ajustó sobre la piel, sin comprimir el tejido blando (7).

vi. Cuello. La medición del perímetro mínimo del cuello se realizó, colocando la cinta métrica alrededor del cuello del paciente, justo debajo de la prominencia de la laringe (manzana de Adán), y midiendo el mínimo perímetro con la cinta perpendicular al axis largo del cuello. La presión que se ejerció con la cinta sobre la piel fue mínima, mientras se mantuvo en completo contacto con el cuello (7).

5. Análisis de datos

a. **Antropometria descriptiva.** Se obtuvieron: promedio, desviación estándar, mediana y percentiles para cada una de las variables antropométricas estudiadas, según sexo, utilizando el paquete estadístico SAS (53).

b. **Construcción del modelo predictivo de peso.** Los datos antropométricos de 200 pacientes de sexo femenino y 200 de sexo masculino, fueron tratados mediante análisis de regresión múltiple. El análisis de regresión tiene tres usos principales: 1) descripción, 2) control y 3) predicción (15,45). En este caso, se desarrollaron ecuaciones lineales para predecir el peso corporal de los pacientes (variable dependiente) a partir de los datos antropométricos de: edad, extensión de brazada, perímetros de brazo, antebrazo, muslo distal, pantorrilla, abdomen y perímetro mínimo del cuello (variables independientes), tanto para hombres como para mujeres. El modelo de regresión establecido, estuvo definido por (45):

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots \beta_p x_p + \epsilon_i \quad [1]$$

donde:

y_i = valor de la variable dependiente en el ensayo i

β_p = parámetros, denominados coeficientes de regresión

x_p = valores de las variables independientes

ϵ_i = error del ensayo i

$i = 1, 2, \dots, n$

El modelo [1] es: 1) de tipo múltiple, porque hay más de una variable independiente, y 2) de primer orden, es

dicho, que es lineal en los parámetros (ninguno de los parámetros aparece como un exponente o está multiplicado o dividido por otro parámetro) y lineal en la variable independiente (ésta aparece sólo a la primera potencia) (17,45).

Con el propósito de seleccionar los mejores modelos de regresión, en términos de: 1) inclusión de variables significativas en la predicción, 2) minimización de las fuentes de error, y 3) obtención de modelos reducidos, se utilizó el método de selección de variables con todos los posibles subconjuntos, "all possible subsets", del paquete estadístico SAS (53). Este método permite evaluar todas las posibles combinaciones de las variables independientes (2^{P+1} , donde P =número de variables potenciales) (17,45), y se seleccionó porque a diferencia de otros métodos, ha demostrado ser el de mejor aplicabilidad en estudios de este tipo, puesto que se producen modelos reducidos, con menores errores de predicción (17).

Se procedió a la selección de las cuatro mejores ecuaciones predictivas de peso para cada sexo, utilizando como criterio el estadístico SBC* que presentó los valores más bajos. Se obtuvieron entonces, diagnósticos de colinealidad**, factores

* SBC ó Schwarz Bayesian Criterion: estadístico que minimiza la suma de errores de cuadrados para cada modelo. El subconjunto a seleccionar debe ser aquel con valor de SBC menor. El SBC está definido por: $(n)\ln(SSE/n) + (p)\ln(n)$.

** Colinealidad: es un problema que se presenta, cuando una variable está en combinación casi lineal con otra(s) variable(s) en el modelo, ya que provoca inestabilidad de los estimadores afectados y aumento en los errores estándar.

de inflación de la varianza (VIF)* y análisis de residuales de tales ecuaciones, y se consideró como mejores, a las dos ecuaciones predictivas de peso que presentaron los valores menores, para cada sexo.

c. Validación del modelo predictivo de peso. Se procedió a la validación de los dos mejores modelos predictivos de peso para cada sexo, en una nueva muestra de 50 pacientes de sexo femenino y 50 de sexo masculino. Para el efecto, se compararon los valores reales de los pacientes versus los valores estimados con cada uno de los modelos, obteniéndose el error de predicción (RMSEV)**, de cada modelo. El modelo predictivo de peso que presentó el menor error de predicción fue considerado como el mejor (17,45).

d. Otras combinaciones. Utilizando el mismo tipo de análisis de regresión, se obtuvieron ecuaciones predictivas de peso corporal de los pacientes, únicamente a partir de las medidas antropométricas de: extensión de brazada, perímetro mínimo del cuello y perímetros de brazo y antebrazo, con el propósito de evaluar la posibilidad de contar con un modelo de utilidad para pacientes con edema, tumores masivos o amputación de miembros inferiores.

Se obtuvieron las mejores cuatro ecuaciones para ambos sexos, según el criterio SBC, y luego se evaluaron mediante

* VIF: son factores que miden el incremento (inflación) en las varianzas de las estimaciones paramétricas, debido sólo a la colinealidad que existe entre las variables.

** RMSEV: es la raíz cuadrada del MSE (cuadrado medio del error) de la validación, definido por SSE/(n-p).

el mismo tipo de diagnósticos aplicados en los modelos anteriores. Se obtuvo también el error de predicción de la validación, correspondiente a los dos mejores modelos predictivos para cada sexo.

A. Características de la muestra para elaborar el modelo1. Sexo y edad

El número de pacientes estudiados ascendió a un total de 400, de los cuales el 50% fue de sexo femenino y el 50% de sexo masculino y cuyas edades oscilaron entre 18 y 60 años. La edad promedio de las mujeres fue 35.6 ± 11.9 años, mientras que la de los hombres fue 34.2 ± 13 años, y la mediana de 34.5 y 32 años, respectivamente.

Para propósitos de análisis, se dividió a los pacientes en nueve grupos etáreos, cuya distribución se presenta en el Cuadro No. 1 del Apéndice 3. La distribución de los pacientes según sexo y grupo etáreo, presentada en los Cuadros Nos. 2 y 3 del mismo apéndice, permite apreciar el predominio de jóvenes de 25 a 29 años.

2. Datos antropométricos

En los Cuadros Nos. 4 y 5 del Apéndice 3 se presenta un resumen de las características antropométricas de los pacientes estudiados, según sexo, que incluye: percentiles 5°, 50° y 95°, valor mínimo y máximo, promedio y desviación estándar, y donde se indica también qué variables fueron diferentes entre sexos.

B. Modelo predictivo de peso

En las tablas Nos. 1 y 2 del Apéndice 3 se presentan los dos mejores modelos predictivos de peso corporal en pacientes adultos para sexo masculino y femenino, que fueron el resultado de la selección y evaluación de las mejores ecuaciones de regresión que presentaron menores valores de SBC.

Las dimensionales de las variables: extensión de brazada, perímetro de brazo, perímetro de antebrazo, perímetro de muslo distal, perímetro de pantorrilla, perímetro de abdomen y perímetro mínimo del cuello, se expresan en centímetros, y la edad en años.

Para el caso de los hombres, pudo observarse que el primer modelo difiere del segundo, en que éste no incluye el perímetro de pantorrilla, mientras que todas las demás variables predictivas son las mismas en ambos modelos.

En el caso de las mujeres, se observó que los modelos incluyen prácticamente las mismas variables predictivas, con la diferencia que el primero incluye la edad.

Como se puede observar, los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos, fueron mayores que 0.95.

C. Validación del modelo predictivo de peso

Los errores de predicción (RMSEV) obtenidos al validar

los mejores modelos predictivos de peso anteriormente descritos, en una nueva muestra de 50 pacientes de sexo femenino y 49 de sexo masculino, se presentan también en las Tablas Nos. 1 y 2.

Puede observarse que los errores de predicción de los modelos validados en hombres y mujeres, oscilaron entre 1.72 y 2.65 kg.

D. Otras combinaciones

Los modelos presentados en las Tablas Nos. 3 y 4 del Apéndice 3 fueron los resultantes de la selección de las mejores ecuaciones de regresión según el criterio SBC, para predecir el peso corporal a partir de las variables: extensión de brazada, perímetro mínimo del cuello y perímetros de brazo y antebrazo. Como se puede observar, tanto los modelos de los hombres como los de las mujeres, incluyeron siempre dos perímetros además de la extensión de la brazada.

Como se puede observar, los coeficientes de determinación de estos modelos, presentaron valores que oscilan entre 0.85 y 0.89. El error de predicción de la validación correspondiente a cada modelo, se presenta también en las Tablas Nos. 3 y 4, y puede observarse que osciló entre 3.52 y 3.88 kg.

Al analizar los resultados relativos a las características de la muestra para la elaboración del modelo, se observó que hubo igual proporción de pacientes mujeres como hombres estudiados. La diferencia entre edades promedio, según el sexo, no fue estadísticamente significativa ($p<0.29$).

Se observó un predominio de pacientes jóvenes, fenómeno que podría ser atribuible a la estructura de la población guatemalteca, que es mayoritariamente joven.

Al analizar las características antropométricas de los pacientes según sexo, se observó que hubo diferencia significativa entre los valores promedio de las variables: extensión de brazada ($p<0.01$), peso ($p<0.01$), perímetro de brazo ($p<0.03$), perímetro de antebrazo ($p<0.01$), perímetro de muslo distal ($p<0.01$), perímetro de abdomen ($p<0.01$) y perímetro mínimo del cuello ($p<0.01$). No hubo diferencia significativa entre los valores promedio del perímetro de pantorrilla ($p<0.99$).

No se cuenta con información sobre datos antropométricos de una población con características similares a las de la muestra estudiada, en términos de variables investigadas, metodología de recolección de tales variables y estado fisiopatológico, que pueda ser utilizada para comparación. Consecuentemente, los datos antropométricas recolectados en el presente trabajo,

constituyen una fuente primaria de información, que podría ser utilizada como referencia para investigaciones posteriores en pacientes hospitalizados.

En relación con la metodología utilizada para la construcción del modelo predictivo, es importante señalar que las variables fueron seleccionadas con base en una racionalización de recursos (equipo de fácil adquisición), en la accesibilidad de las medidas antropométricas en los pacientes inmovilizados, y en la objetividad de tales medidas para la predicción de composición corporal.

En el presente estudio, se optó por el método de selección de las variables con todos los posibles subconjuntos, para la elaboración del modelo de regresión, el cual ha demostrado ser, a diferencia de los otros métodos, el de mejor aplicabilidad en estudios de este tipo (17), porque se producen mejores modelos reducidos, con menor colinealidad y con menores errores de predicción en la validación cruzada.

Al analizar los mejores modelos obtenidos para la predicción de peso en los pacientes, se observa que en las mujeres, los modelos fueron construidos con 199 casos. pese a que la muestra original era de 200. Esto se debió a que, al ser analizadas las cuatro mejores ecuaciones de las mujeres, mediante diagnósticos de colinealidad, VIF y pruebas de t para los residuales, se detectó en todos los modelos, el caso de una paciente cuyas dimensiones antropométricas eran desproporcionadas, en relación con el resto de los pacientes de la muestra, lo cual provocaba un

aumento en la colinealidad y VIF. Por tal motivo, dicho caso fue excluido, debiéndose correr nuevamente el programa para obtener las nuevas mejores ecuaciones.

Al observar los modelos obtenidos, puede apreciarse que el número de variables predictivas incluidas en los mismos fue de cinco a seis. Es notorio que la mayoría de las variables predictivas son comunes en los modelos de los hombres y las mujeres, con la diferencia que los perímetros de antebrazo y cuello son predictores importantes en los hombres. En el caso de las mujeres, los modelos incluyen el perímetro de brazo y no el de antebrazo, y el primer modelo comprende también la edad.

Los valores de las R^2 obtenidas, son muy similares en los dos modelos para los hombres y las mujeres, y son bastante altos. Lo que representa una R^2 de 0.95, es que la proporción de la varianza del peso es explicada en un 95% por el modelo. Las R^2 obtenidas para los mejores modelos, presentaron valores mayores o igual a 0.95, por lo que las ecuaciones obtenidas son buenas.

En relación con el método de validación de los modelos predictivos, se aplicó el de la validación cruzada, que es el más recomendable para este tipo de estudios (17), puesto que se planificó, además de la muestra para la construcción del modelo predictivo, otra muestra independiente, específicamente para validar el modelo.

La muestra para la validación del modelo en las mujeres, incluyó 50 casos, mientras que en los hombres, 49 casos. La última se vio reducida, ya que originalmente contemplaba 50

casos; ello se debió a que, los residuales obtenidos al validar los dos modelos en un paciente, fueron exageradamente distintos del resto de los pacientes (casi 20 kg de diferencia), afectando totalmente el error de predicción, motivo por el cual dicho caso debió ser excluido.

El mejor modelo predictivo de peso en los hombres, es el modelo No. 1, porque presentó el menor error de predicción. Sin embargo, al comparar éste con el del modelo No. 2, se observa que son muy similares, lo cual sugiere que el último también podría ser utilizado para la estimación del peso, como otra alternativa, con la diferencia que el primer modelo requiere de una medida adicional (perímetro de pantorrilla).

En el caso de las mujeres, el mejor modelo predictivo de peso también fue el modelo No. 1, por presentar el menor error de predicción. Al comparar los errores de predicción de los dos modelos para las mujeres, se observa que la diferencia no es muy grande (0.17 kg), por lo cual el segundo modelo también podría utilizarse para la predicción de peso. Es importante agregar que, por ser la edad una variable no cuantificable directamente, y puesto que es referida por el paciente o sus familiares, el segundo modelo sería el indicado para aquellos casos donde no se tenga un dato confiable de la edad, o en los que se desconoce por completo.

Para la selección de los mejores modelos predictivos de peso, obtenidos al combinar únicamente las variables: extensión de brazada, perímetro mínimo del cuello y perímetros de brazo y

casos; ello se debió a que, los residuales obtenidos al validar los dos modelos en un paciente, fueron exageradamente distintos del resto de los pacientes (casi 20 kg de diferencia), afectando totalmente el error de predicción, motivo por el cual dicho caso debió ser excluido.

El mejor modelo predictivo de peso en los hombres, es el modelo No. 1, porque presentó el menor error de predicción. Sin embargo, al comparar éste con el del modelo No. 2, se observa que son muy similares, lo cual sugiere que el último también podría ser utilizado para la estimación del peso, como otra alternativa, con la diferencia que el primer modelo requiere de una medida adicional (perímetro de pantorrilla).

En el caso de las mujeres, el mejor modelo predictivo de peso también fue el modelo No. 1, por presentar el menor error de predicción. Al comparar los errores de predicción de los dos modelos para las mujeres, se observa que la diferencia no es muy grande (0.17 kg), por lo cual el segundo modelo también podría utilizarse para la predicción de peso. Es importante agregar que, por ser la edad una variable no cuantificable directamente, y puesto que es referida por el paciente o sus familiares, el segundo modelo sería el indicado para aquellos casos donde no se tenga un dato confiable de la edad, o en los que se desconoce por completo.

Para la selección de los mejores modelos predictivos de peso, obtenidos al combinar únicamente las variables: extensión de brazada, perímetro mínimo del cuello y perímetros de brazo y

antebrazo, se siguieron los mismos criterios como en el caso de los modelos anteriores. Los valores de las R^2 obtenidos, tanto para los hombres como para las mujeres, son aceptables, y los errores de predicción obtenidos al validar los modelos son bajos, por lo cual dichos modelos pueden ser valiosos al momento de evaluar pacientes que presenten problemas de sobrepeso patológico, que enmascaran el peso real del individuo, tales como la presencia de tumores o edema (30), porque los perímetros de segmentos superiores no están afectados significativamente por este último. Además, pueden ser una alternativa para estimar el peso de pacientes con amputación de miembros inferiores, quienes no pueden ser pesados, pero de quienes sí se conoce el porcentaje del peso total que representa el segmento ausente. En el Apéndice 4 se presentan porcentajes del peso de segmentos corporales (64) que pueden ser útiles para estimar el peso más probable de este último tipo de pacientes.

Al analizar los métodos para la estimación de peso corporal reportados en la literatura, en contraste con los modelos predictivos de peso obtenidos en el presente estudio, puede afirmarse que los métodos más antiguos, postulados por Hechter y Behnke et al., que se basan en relaciones geométricas simples, no tienen ninguna utilidad para la evaluación de pacientes, básicamente por el tipo y el tamaño de las muestras de referencia que fueron estudiadas.

En relación con el método somatográfico de Behnke, que fue validado recientemente con buenos resultados en Chile, cabe mencionar que pese a sus ventajas de bajo costo y exactitud, el

método fue validado en sujetos sanos, y según la metodología descrita, las mediciones fueron tomadas a los sujetos de pie. Pese a esto, los autores sugieren la utilización del método en salas de cuidado intensivo. Además, dicho método requiere de las medidas de talla y 12 perímetros, de los cuales hay varios de difícil accesibilidad en individuos inmovilizados. Debe tenerse en cuenta, que los mejores métodos predictivos, deberían tener la característica de ser sencillos (17).

En relación con el método denominado "índice de Viteri", que se obtiene de la suma de los perímetros de brazo y de pantorrilla, puede afirmarse que no tiene ninguna validez; ello obedece a que, cualquiera que sea la combinación de las variables predictivas de peso, en este caso dos perímetros, el modelo necesariamente incluye: un intercepto, coeficientes por los cuales se deben multiplicar las variables independientes, y un error de estimación.

En relación con los métodos de regresión propuestos por Chumlea y cols., es importante señalar que son exactos y simples, puesto que sólo requieren de la toma de tres o cuatro medidas antropométricas, pero fueron elaborados para ancianos, por lo cual no pueden ser utilizados en adultos. Además, los métodos resultarían costosos, si se considera que en el medio guatemalteco, los instrumentos necesarios para la medición de panículos adiposos son escasos; además, la estandarización de los sitios de medición de los panículos debe ser cuidadosa.

Al ser comparadas las ecuaciones predictivas de peso

obtenidas por Chumlea y cols. y las ecuaciones obtenidas en el presente trabajo, se observó que la exactitud de las últimas fue mayor que las de Chumlea, porque sus coeficientes de determinación fueron de 0.82 a 0.90 (13), mientras que las del presente estudio fueron de 0.86 a 0.96.

Los modelos predictivos de peso obtenidos en el presente estudio, reúnen las siguientes características: 1) bajo costo, puesto que sólo se requiere de una cinta métrica como instrumento de medición, 2) sencillez, porque los perímetros corporales son fáciles de medir y de fácil accesibilidad en los pacientes inmovilizados, 3) simplicidad, ya que sólo se requiere la medición de dos a cinco perímetros como máximo, además de la brazada, 4) exactitud, que se ve reflejada en los coeficientes de determinación con valores altos y los errores de predicción bajos, y 5) aplicabilidad al medio guatemalteco, porque fueron desarrollados con datos recolectados en un hospital nacional, a donde acuden pacientes procedentes de todo el país.

Por lo anterior, se considera que las ecuaciones obtenidas en este trabajo, constituyen hasta el momento, el mejor método, para predecir el peso de pacientes que se encuentran postrados, o bien de pacientes ambulatorios, en donde no se cuenta con balanza para medir el peso.

Adicionalmente, se considera que los modelos alternativos, efectuados con las variables: extensión de brazada, perímetro mínimo del cuello y perímetros de brazo y antebrazo, pueden ser muy útiles para casos especiales de pacientes, que siempre han

representado dificultad para los profesionales de salud, entre ellos: pacientes con edema, tumores grandes e individuos amputados.

X. CONCLUSIONES

1. La mayoría de los pacientes evaluados fueron jóvenes, de edades comprendidas entre 25 y 29 años.
2. No hubo diferencia significativa entre las edades de los hombres y las mujeres.
3. Los hombres fueron significativamente más pesados que las mujeres.
4. La extensión de brazada, que es estimadora de la talla de los pacientes, fue significativamente mayor en los hombres.
5. Los perímetros de brazo, muslo distal y abdomen, fueron significativamente mayores en las mujeres.
6. Los perímetros de antebrazo y cuello fueron significativamente mayores en los hombres.
7. No hubo diferencia significativa entre el perímetro de pantorrilla de los hombres y las mujeres.
8. No se cuenta con información que sirva como referencia para comparación de los resultados de antropometría descriptiva obtenidos en el presente estudio.
9. Fue posible elaborar ecuaciones predictivas de peso corporal en pacientes adultos, utilizando las medidas antropométricas de extensión de brazada y perímetros corporales, con lo cual los objetivos propuestos en el estudio fueron

cumplidos.

10. El mejor modelo predictivo de peso en los hombres es el siguiente:

Peso (kg) = (0.22272 x extensión/brazada) + (1.01586 x perim. antebrazo) + (0.90424 x perim. muslo distal) + (0.38020 x perim. pantorrilla) + (0.32395 x perim. abdomen) + (0.52246 x perim. minima de cuello) - 91.4080 \pm 1.92 kg.

11. El mejor modelo predictivo de peso en las mujeres es el siguiente:

Peso (kg) = (0.26548 x extensión/brazada) + (0.65723 x perim. brazo) + (0.45102 x perim. muslo distal) + (0.62714 x perim. pantorrilla) + (0.35192 x perim. abdomen) - (0.04222 x edad) - 68.0767 \pm 2.48 kg.

12. Es posible predecir el peso de pacientes que presentan sobrepeso patológico o que presentan amputación de miembros inferiores, utilizando los modelos predictivos cuyas variables incluyen: extensión de brazada, perímetro mínimo del cuello y perímetros de brazo y antebrazo, tanto en hombres como en mujeres.

XI. RECOMENDACIONES

1. Que se recolecten datos antropométricos de individuos de la población adulta guatemalteca sana, que sirvan como referencia para estudios posteriores.
2. Que se amplie la investigación relacionada con características antropométricas de individuos enfermos.
3. Que se adopte el uso de los modelos predictivos de peso obtenidos en el presente estudio, para la estimación del peso, tanto de pacientes hospitalizados que se encuentran inmovilizados, como de individuos que presentan edema, tumores masivos y amputación.
4. Que se efectúe una investigación similar, aplicada en pacientes mayores de 60 años, con el propósito de mejorar la evaluación nutricional, así como el tratamiento integral de los ancianos.

XII. BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO ARELLANO, Federico Guillermo. Desnutrición proteína-calórica en el adulto guatemalteco : aspectos de epidemiología hospitalaria. Guatemala, 1970. 123 p. Tesis (Médico y Cirujano)-Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas.
2. BEHNKE, A.R., O.E. Guttentag and C. Brodsky. "Quantification of body weight and configuration from anthropometric measurements," Hum Biol. 31(3):213-234. 1959.
3. BROZEK, J. "Human body composition," Annals NY Acad Science. 110:1-9. 1963.
4. ———. "Body composition: models and estimation equations," Am J Phys Anthropol. 24:239-246. 1966.
5. BUCHLEY, D.C. et al. "Anthropometric and computerized tomographic measurements of lower extremity lean body mass," JADA. 87(2):196-199. 1987.
6. BURGESS, A. y R.F.A. Dean, eds. La malnutrición y los hábitos alimentarios. Washington : OPS/OMS, 1963. (Publicación No. 91) pp.3-60.
7. CALLAWAY, C.W. et al. "Circumferences," in Lohman, T.G., A.F. Roche & R. Martorell, eds. Anthropometric standardization reference manual. Illinois : Human Kinetics Books, 1988. pp. 39-54.
8. COTE, R.W. and J.H. Wilmore. "A practical assessment of body composition in young women," J Sports Med. 26:427-430. 1986.
9. CHERNOFF, R. and H. Lipschitz. "Nutrition and aging," in Shils, M.E. & V.R. Young, eds. Modern nutrition in health and disease. 7th ed. Philadelphia : Lea & Febiger, 1988. pp. 982-1000.
10. CHUMLEA, W.C., A.F. Roche and M.L. Steinbaugh. "Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age," J Am Geriatr Soc. 33(2):116-120. 1985.
11. CHUMLEA, W.C. et al. Nutritional assessment of the elderly through anthropometry. Ohio : Ross Laboratories, 1987. pp. 3-12.
12. CHUMLEA, W.C. et al. "Distributions of serial changes in stature and weight in a healthy elderly population," Hum Biol. 60(6):917-925. 1988.

13. CHUMLEA, W.C., A.F. Roche and M.L. Steinbaugh. "Prediction of body weight for the nonambulatory elderly from anthropometry," JADA. 88(5):564-568. 1988.
14. CHUMLEA, W.C. "Methods of nutritional anthropometric assessment of special groups," in Lohman, T.G., A.F. Roche & R. Martorell, eds. Anthropometric standarization reference manual. Illinois : Human Kinetics Books, 1988. pp. 93-95.
15. DRAPER, N.R. and H. Smith. Applied regression analysis. 2nd. ed. New York : Wiley & Sons, 1981. pp. 294-379.
16. FALKNER, F. "Criteria for the selection and use of anthropometric measurements of nutritional and health status," in Methodologies for human population studies in nutrition related to health. Bethesda : NIH, 1982. (Publ. No. 82-2462) pp. 92-95.
17. FLORES, C. Rafael. Regression predictions of body fat in Guatemalan agricultural workers. Los Angeles, CA, 1984. XVI+134 p. Thesis (Doctor of Public Health)-University of California.
18. FORBES, G.B. "Body composition: influence of nutrition, disease, growth and aging," in Shils, M.E. & V.R. Young, eds. Modern nutrition in health and disease. 7th ed. Philadelphia : Lea & Febiger, 1988. pp. 533-556.
19. FRANKEL, H.M. "Determination of body mass index," JAMA. 255(10):1292. 1986.
20. FRISANCHO, A.R. "New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status," Am J Clin Nutr. 34:2540-2545. 1981.
21. FRISANCHO, A.R. and P.N. Flegel. "Relative merits of old and new indices of body mass with reference to skinfold thickness," Am J Clin Nutr. 36:697-699. 1982.
22. FRISANCHO, A.R. and C.H. Housh. "The relationship of maturity rate to body size and composition in children and adults," Hum Biol. 60(5):759-770. 1988.
23. GARN, S.M. and S.D. Pesick. "Comparison of the Benn index and other body mass indices in nutritional assessment," Am J Clin Nutr. 36:573-575. 1982.
24. GEORGE, C.M. et al. "Validity of hydrodensitometry for determination of body composition in spinal injured subjects," Hum Biol. 60(5):771-780. 1988.

25. GORDON, C.C., W.C. Chumlea and A.F. Roche. "Stature, recumbent length and weight," in Lohman, T.G., A.F. Roche & R. Martorell, eds. Anthropometric standarization reference manual. Illinois : Human Kinetics Books, 1988. pp. 3-8.
26. GUO, S., et al. "Body composition predictions from bioelectric impedance," Hum Biol. 59(2):221-233. 1987.
27. HANKIN, J.H. "Critical factors in obtaining reliable and accurate food intake data," in Methodologies for human population studies in nutrition related to health. Bethesda : NIH, 1982. (Publ. No. 82-2462) pp. 38-44.
28. HECHTER, H. "The relationship between weight and some anthropometric measurements in adult males," Hum Biol. 31(3):235-243. 1959.
29. HELENIUS, M. et al. "Studies of bioelectric resistance in overweight, middle-aged subjects," Hum Biol. 59(2): 271-279. 1987.
30. HEYMSFIELD, S.B. "Anthropometric measurements in acute and chronic illness," in Lohman, T.G., A.F. Roche & R. Martorell, eds. Anthropometric standarization reference manual. Illinois : Human Kinetics Books, 1988. pp. 137-142.
31. HIMES, J.H. "Purposeful assessment of nutritional status," in Nutritional anthropology. New York : Alan R. Liss, Inc., 1987. pp. 85-99.
32. ICAZA, S.J. y M. Béhar. Nutrición. 2a. ed. México : Editorial Interamericana, 1981. pp. 99-106.
33. JELLIFFE, D.B. Evaluación del estado de nutrición de la comunidad. Ginebra : OMS, 1968. pp. 10-142.
34. KATCH, F.I., A.R. Behnke and V.L. Katch. "The ponderal somatogram: evaluation of body size and shape from anthropometric girths and stature," Hum Biol. 59(3):439-458. 1987.
35. KAUFER, M. y E. Casanueva. "Para evaluar el estado de nutrición: los cómo, cuándo y dónde de la antropometría," Cuadernos de Nutrición. 9(2):13-16. 1986.
36. KEYS, A. and F. Grande. "Body weight, body composition and calorie status," in Goddhart, R.S. & M.E. Shils, eds. Modern nutrition in health and disease. 5th ed. Philadelphia : Lea & Febiger, 1973. pp. 1-27.
37. KRAUSE, M.V. and L.K. Mahan. Food, nutrition and diet therapy. 7th ed. Philadelphia : W.B. Saunders, 1984. pp. 192-214.

38. LASSER, N.L. "Critical factors in the design, management, evaluation and interpretation of epidemiologic studies," in Methodologies for human population studies in nutrition related to health. Bethesda : NIH, 1982. (Publ. No. 82-2462) pp. 3-34.
39. LEE, J., L.N. Kolonel and M.W. Hinds. "Relative merits of old and new indices of body mass: a commentary," Am J Clin Nutr. 36:727-728. 1982.
40. LUKASKI, H.C. et al. "Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body," Am J Clin Nutr. 36:727-728. 1982.
41. LUKASKI, H.C. "Methods for the assessment of human body composition: traditional and new," Am J Clin Nutr. 36:727-728. 1987.
42. MALINA, R.M. "Nutrition and growth," in Nutritional anthropology. New York : Alan R. Liss, Inc., 1987. pp.173-196.
43. MARTIN, A.D. et al. "Segment lengths: arm span," in Lohman, T.G., A.F. Roche & R. Martorell, eds. Anthropometric standarization reference manual. Illinois : Human Kinetics Books, 1988. pp. 19-20.
44. MARTORELL, R., J-P. Habicht and R.E. Klein. "Anthropometric indicators of changes in nutritional status in malnourished populations," in Methodologies for human population studies in nutrition related to health. Bethesda : NIH, 1982. (Publ. No. 82-2462) pp. 96-110.
45. NETER, J. and W. Wasserman. Applied linear statistical models. Illinois : Richard D. Irwin, 1974. pp. 371-392.
46. NOWAK, R.K. and L. Olmstead S. "A comparison of two methods for the determination of body frame size," JADA. 87(3): 339-341. 1987.
47. OMS. Medición del efecto nutricional de programas de suplementación alimentaria a grupos vulnerables. Ginebra : OMS, 1980. pp. 22-25.
48. PENA, J.V., V. Charlin y M. Olivares. "Reemplazo de la balanza por una fórmula para estimar el peso corporal," Rev Chil Nutr. 17(3):201-206. 1989.
49. PRADILLA, A. et al. "Modelos interpretativos para la selección de prioridades en nutrición," Arch Lat Nutr. 27(2):89-107 (Supl. 1). 1977.
50. QUANDT, S.A. "Methods for determining dietary intake," in Nutritional Anthropology. New York : Alan R. Liss, Inc., 1987. pp. 67-84.

51. ROCHE, A.F. "Some aspects of the criterion methods for the measurement of body composition," Hum Biol. 59(2):209-220. 1987.
52. RUSSELL, RM, SAHYOUN, NR. Adults. In: Paige, DM. ed. Clinical nutrition. Part III: Evaluating nutritional status. Second Ed. Pleasantville, NJ : The C.V. Mosby Company, 1988. pp. 137-153.
53. SAS Institute Inc. SAS/STAT TM User's Guide, Release 6.03 Edition. Cary, NC: SAS Institute, Inc., 1988. 1028 pp.
54. SCHNEIDER, R.E. et al. Manual de normas de evaluación y terapia nutricional. Guatemala : IGSS (sin fecha de publicación) pp. 4.
55. SHAKIR, A. "Arm circumference in the surveillance of protein-calorie malnutrition in Baghdad," Am J Clin Nutr. 28:661-665. 1975.
56. SIERVOGEL, R.M. et al. "Bioelectrical impedance measurements of body composition: their relationship with level of blood pressure in young adults," Hum Biol. 59(2):245-255. 1987.
57. SUSKINK, R. et al. "Assessment of nutritional status," Pediatric Rev. 5:195-201. 1981.
58. TELLER, C.H. et al. "La demografía de la desnutrición en Guatemala," Presentado en el Seminario Nacional de Demografía, Desarrollo y Medio Ambiente, Guatemala, 26 y 27-6-1978. Guatemala : INCAP/SGCNPE, 1978. (Primera versión).
59. TORUN, B. and F.E. Viteri. "Protein-energy malnutrition," in Shils, M.E. & V.R. Young, eds. Modern nutrition in health and disease. Philadelphia : Lea & Febiger, 1988. pp. 746-773.
60. VAN ITALLIE, T.B. "Topography of body fat: relationship to risk of cardiovascular and other diseases," in Lohman, T.G., A.F. Roche & R. Martorell, eds. Anthropometric standarization reference manual," Illinois : Human Kinetics Books, 1988. pp. 143-149.
61. VENEZUELA. Guias de alimentación - bases para su desarrollo en América Latina. Bengoa, J.M. et al. eds. Guatemala : INCAP, 1988. PP. 15-43.
62. VITERI, F.E. and J. Alvarado. "The creatinine height index: its use in the estimation of the degree of protein depletion and repletion in protein-calorie malnourished children," Pediatrics. 46:696-706. 1970.

63. WELTMAN, A. et al. "Practical assessment of body composition in adult obese males," Hum Biol. 59(3):523-535. 1987.
64. ZEMAN, F.J. and D.N. Ney. Applications of clinical nutrition. New Jersey : Prentice Hall, 1988. pp. 20.

XIII. APENDICES

APENDICE 1

ESTANDARIZACION DE MEDIDAS ANTROPOMETRICAS

FECHA: _____

MEDIDA ANTROPOMETRICA: _____

NUMERO DE SUJETO	OBSERVACION	
	1	2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

t = _____

Observaciones: _____

APENDICE 2

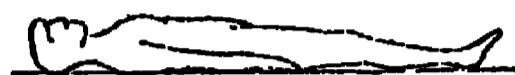
REGISTRO DE DATOS ANTROPOMETRICOS

APENDICE 3

FIGURA No. 1

- A. Posición inicial del paciente para la toma de medidas.
- B. Posición del paciente con brazos extendidos para medir la extensión de brazada

A.



B.

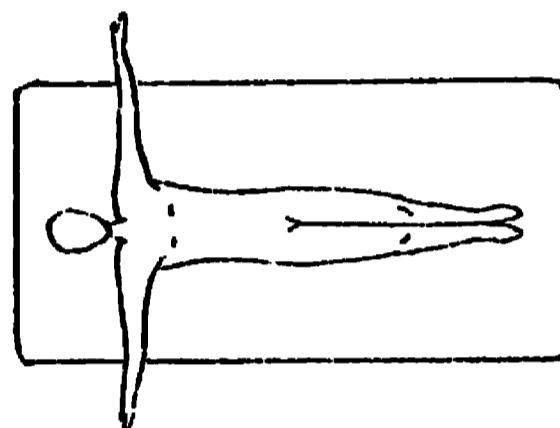
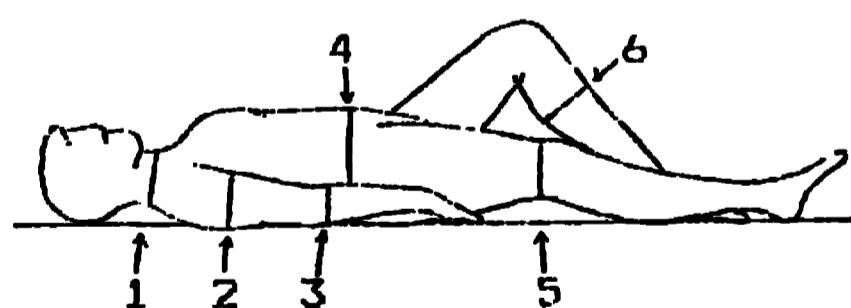


FIGURA No. 2

Ubicación de los sitios de medición de perímetros corporales



1=cuello 2=brazo 3=antebrazo 4=abdomen
5=muslo distal 6=pantorrilla

CUADRO No. 1
DISTRIBUCION DE LOS PACIENTES SEGUN GRUPO ETAREO
HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS
GUATEMALA, FEBRERO-AGOSTO 1990.

GRUPO ETAREO	FRECUENCIA	PORCENTAJE	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
<20	51	12.8	51	12.8
20-24	49	12.3	100	25.0
25-29	64	16.0	164	41.0
30-34	49	12.3	213	53.2
35-39	48	12.0	261	65.2
40-44	43	10.8	304	76.0
45-49	22	5.5	326	81.5
50-54	44	11.0	370	92.5
55-60	30	7.5	400	100.0

CUADRO No. 2

DISTRIBUCION DE PACIENTES DE SEXO FEMENINO SEGUN GRUPO ETAREO
 HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS
 GUATEMALA, FEBRERO-AGOSTO 1990.

GRUPO ETAREO	FRECUENCIA	PORCENTAJE	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
<20	21	10.5	21	10.5
20-24	22	11.0	43	21.5
25-29	33	16.5	76	38.0
30-34	24	12.0	100	50.0
35-39	25	12.5	125	62.5
40-44	21	10.5	146	73.0
45-49	17	8.5	163	81.5
50-54	28	14.0	191	95.5
55-60	9	4.5	200	100.0

CUADRO No. 3

DISTRIBUCION DE PACIENTES DE SEXO MASCULINO SEGUN GRUPO ETAREO
 HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS
 GUATEMALA, FEBRERO-AGOSTO 1990.

GRUPO ETAREO	FRECUENCIA	PORCENTAJE	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE ACUMULADO
<20	30	15.0	30	15.0
20-24	27	13.5	57	28.5
25-29	31	15.5	88	44.0
30-34	25	12.5	113	56.5
35-39	23	11.5	136	68.0
40-44	22	11.0	158	79.0
45-49	5	2.5	163	81.5
50-54	16	8.0	179	89.5
55-60	21	10.5	200	100.0

CUADRO N°. 4
 CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS DE PACIENTES DE SEXO FEMENINO
 HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS
 GUATEMALA, FEBRERO-AGOSTO 1990.

VARIABLE	PERCENTIL				MIN	MAX	MEDIA	DE
	10°	50°	95°					
EDAD (años)								
PESO(Kg)								
P/EXT/BRAZADA(cm)	110.0	129.0	144.5	154.0	100.0	170.0	133.3	10.1
P/BRAZOC(cm)	110.0	129.0	144.5	154.0	100.0	170.0	133.3	10.1
P/ANTEBRAZOC(cm)	110.0	129.0	144.5	154.0	100.0	170.0	133.3	10.1
P/MUSLOC(cm)	110.0	129.0	144.5	154.0	100.0	170.0	133.3	10.1
P/PANTORRILLA(cm)	110.0	129.0	144.5	154.0	100.0	170.0	133.3	10.1
P/ABDOMEN(cm)	110.0	129.0	144.5	154.0	100.0	170.0	133.3	10.1
P/CUELLO(cm)	28.5	33.1	37.9	45.2	25.0	45.2	33.3	2.9

Ex=extensión
 P=perímetro

MIN=mínimo
 MAX=máximo

DE=desviación
 estándar

* Fueron estadísticamente diferentes entre sexos.

CUADRO N°. 5
 CARACTERISTICAS ANTROPOMETRICAS DE PACIENTES DE SEXO MASCULINO
 HOSPITAL GENERAL SAN JUAN DE DIOS
 GUATEMALA, FEBRERO-AGOSTO 1990.

VARIABLE	PERCENTIL			MIN	MAX	MEDIA	DE
	5°	50°	95°				
EDAD(años)	13.0	22.0	59.0	18.0	60.0	34.2	13.0
PESO(Kg)	57.0	73.0	93.0	37.0	97.0	65.6	10.0
EXT/BRAZADA(cm)	157.1	169.0	181.9	132.0	188.4	162.5	10.0
P/BRAZO(cm)	15.1	16.4	18.0	13.0	19.0	15.8	1.1
P/ANTEBRAZO(cm)	15.1	16.4	17.7	13.0	19.1	15.2	1.1
P/MUSLO(cm)	17.4	18.2	19.8	15.8	21.4	18.4	1.4
P/PANTORRILLA(cm)	22.4	22.4	27.0	22.5	42.0	25.6	2.2
P/ABDOMEN(cm)	64.2	72.9	91.8	51.0	108.4	72.6	8.0
P/CUELLO(cm)	32.3	35.9	40.8	29.8	46.2	36.1	2.5

Ext=extensión
 P=perímetro

MIN=mínimo
 MAX=máximo

DE=desviación
 estándar

* Fueron estadísticamente diferentes entre sexos.

TABLA No.1
MEJORES MODELOS REDUCIDOS PARA LA
PREDICCION DE PESO CORPORAL EN PACIENTES
ADULTOS DE SEXO MASCULINO

MODELO 1

n = 200

RMSEV = 1.92 Kg
 R^2
 R = 0.95517

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	ERROR ESTANDAR
Extension de Brazada	0.22272	0.02
Perimetro de Antebrazo	1.01586	0.16
Perimetro de Muslo Distal	0.90424	0.13
Perimetro de Pantorrilla	0.38020	0.10
Perimetro de Abdomen	0.32395	0.03
Perimetro Minimo de Cuello	0.52246	0.11
Intercepto	-91.4080	3.49

MODELO 2

n = 200

RMSEV = 2.00 Kg
 R^2
 R = 0.95208

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	ERROR ESTANDAR
Extension de Brazada	0.22962	0.02
Perimetro de Antebrazo	1.18854	0.15
Perimetro de Muslo Distal	1.16920	0.11
Perimetro de Abdomen	0.30797	0.03
Perimetro Minimo de Cuello	0.53824	0.11
Intercepto	-92.6136	3.58

TABLA No.2
MEJORES MODELOS REDUCIDOS PARA LA
PREDICCION DE PESO CORPORAL EN PACIENTES
ADULTOS DE SEXO FEMENINO

MODELO 1

n = 199

RMSEV = 2.48 Kg
 R^2 = 0.95697

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	ERROR ESTANDAR
Edad	-0.04222	0.02
Extension de Brazada	0.26548	0.02
Perimetro de Brazo	0.65723	0.09
Perimetro de Muslo Distal	0.45102	0.10
Perimetro de Pantorrilla	0.62714	0.12
Perimetro de Abdomen	0.35192	0.03
Intercepto	-68.0767	3.51

MODELO 2

n = 199

RMSEV = 2.65 Kg
 R^2 = 0.95543

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	ERROR ESTANDAR
Extension de Brazada	0.26277	0.02
Perimetro de Brazo	0.61987	0.09
Perimetro de Muslo Distal	0.45102	0.10
Perimetro de Pantorrilla	0.68112	0.12
Perimetro de Abdomen	0.32052	0.03
Intercepto	-68.7870	3.55

TABLA No.3
MODELOS ALTERNATIVOS PARA LA
PREDICCION DE PESO CORPORAL EN PACIENTES
ADULTOS DE SEXO MASCULINO

MODELO 1

n = 200

RMSEV = 3.76 Kg
 R^2
 $R = 0.8576$

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	ERROR ESTANDAR
Extension de Brazada	0.29433	0.03
Perimetro de Antebrazo	2.11705	0.22
Perimetro Minimo de Cuello	1.78794	0.15
Intercepto	-108.6879	5.82

MODELO 2

n = 200

RMSEV = 3.52 Kg
 R^2
 $R = 0.8768$

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	ERROR ESTANDAR
Extension de Brazada	0.36404	0.03
Perimetro de Brazo	1.70298	0.15
Perimetro Minimo de Cuello	1.35246	0.16
Intercepto	-96.8305	5.57

TABLA No.4
MODELOS ALTERNATIVOS PARA LA
PREDICCION DE PESO CORPORAL EN PACIENTES
ADULTOS DE SEXO FEMENINO

MODELO 1

$n = 199$

$RMSEV = 3.88 \text{ Kg}$
 $R^2 = 0.8915$

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	ERROR ESTANDAR
Extension de Brazada	0.25211	0.04
Perimetro de Brazo	1.56823	0.13
Perimetro de Antebrazo	1.38338	0.28
Intercepto	-57.7838	5.41

MODELO 2

$n = 199$

$RMSEV = 3.77 \text{ Kg}$
 $R^2 = 0.8928$

VARIABLE	COEFICIENTE DE REGRESION	ERROR ESTANDAR
Extension de Brazada	0.31246	0.04
Perimetro de Brazo	1.67599	0.11
Perimetro Minimo de Cuello	0.82111	0.16
Intercepto	-65.9236	5.85

APENDICE 4

PESO DE SEGMENTOS CORPORALES SEGUN TIPO DE AMPUTACION*

TIPO DE AMPUTACION	PORCENTAJE DEL PESO TOTAL
MANO	0.3 %
ANTEBRAZO Y MANO	2.6 %
BRAZO ENTERO	6.2 %
PIE	1.7 %
BAJO LA RODILLA	7.0 %
SOBRE LA RODILLA	11.0 %
PIERNA ENTERA	18.6 %

* Fuente: ZEMAN, F.J., D.N. NEY. *Applications of clinical nutrition.* New Jersey : Prentice Hall, 1988. pp. 20.

Marisa Aracely Ramírez Sandoval

Vo.Bo. Comité de Tesis:

Lic. Lilliam Barrantes de González
Asesora

Lic. Patricia Mora de De La Cruz
Revisora

Dr. Rafael Flores Ayala
Revisor Estadístico

Imprimase

Lic. Clemencia Gámez de Avila
Decano Facultad de CC.QQ. y Farmacia